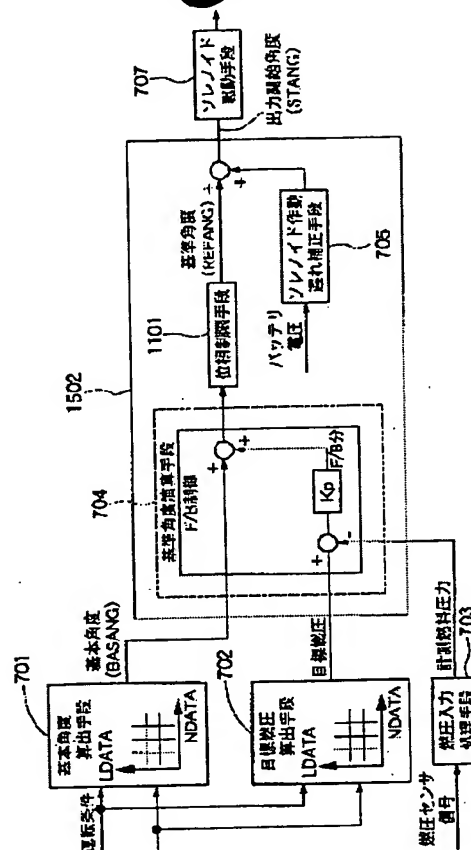


TITLE : HIGH-PRESSURE FUEL PUMP
CONTROL DEVICE FOR CYLINDER
INJECTION ENGINE



SOLUTION: In this high-pressure fuel pump control device for a cylinder injection engine having a fuel injection valve provided at a cylinder, and the high-pressure fuel pump for force-feeding fuel to the fuel injection valve, the high-pressure fuel pump has a pressure chamber; an inlet valve and a discharge valve provided in the pressure chamber; a plunger for pressurizing the fuel in the pressure chamber; and an actuator for operating the inlet valve. The control device has a means for computing a driving signal for the actuator to adjust the discharge quantity or pressure of the high-pressure fuel pump, and the means for computing the driving signal has a means for limiting the output timing of the driving signal for the actuator within a specified phase range.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-188545

(P2002-188545A)

(43)公開日 平成14年7月5日(2002.7.5)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テコード*(参考)

F 0 2 M 59/36

F 0 2 M 59/36

3 G 0 6 6

51/00

51/00

F

51/04

51/04

Z

59/34

59/34

審査請求 未請求 請求項の数16 ○L (全 23 頁)

(21)出願番号

特願2000-387306(P2000-387306)

(22)出願日

平成12年12月20日(2000.12.20)

(71)出願人 000003108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 岡本 多加志

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株

式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72)発明者 嶋田 耕作

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株

式会社日立製作所自動車機器グループ内

(74)代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

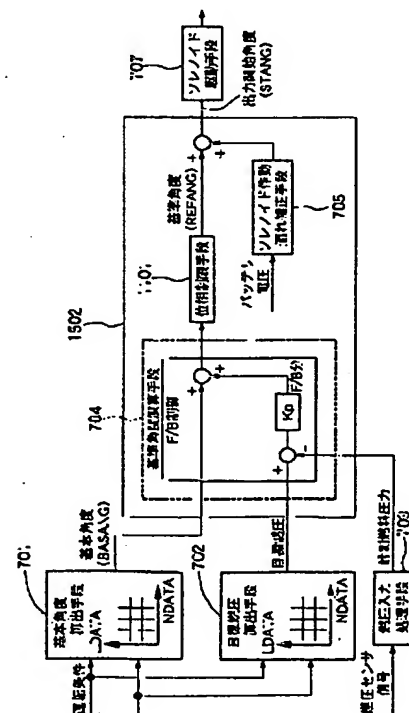
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置

(57)【要約】

【課題】 高圧燃料ポンプの制御有効範囲においてアクチュエータを駆動することにより、燃料圧力を迅速かつ最適にし、制御安定性の向上を図ることができる筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置を提供する。

【解決手段】 気筒に備えられた燃料噴射弁と、該燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプとを有する筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置であって、前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、該加圧室内に設けた吸入弁及び吐出弁と、前記加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記吸入弁を操作するアクチュエータとを有し、前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量又は圧力を可変とするべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを所定の位相の範囲内に制限する手段を有してなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 気筒に備えられた燃料噴射弁と、該燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプとを有する筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置において、前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、該加圧室内に設けた吸入弁及び吐出弁と、前記加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記吸入弁を操作するアクチュエータとを有し、

前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量又は圧力を可変とするべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを所定の位相の範囲内に制限する手段を有することを特徴とする筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項2】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から前記アクチュエータ動作時間分遡った時点以降に制限することを特徴とする請求項1記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項3】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャが上死点に到達する時点以内に制限することを特徴とする請求項2記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項4】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から上死点に達するまでの間、及び前記プランジャの下死点前であって前記アクチュエータ動作時間以内に制限することを特徴とする請求項1記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項5】 前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの基本角度、目標となる燃料圧力及び実際の燃料圧力に基づいて、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段と、前記アクチュエータの作動遅れを補正する手段とを有し、これらの出力信号に基づいて前記アクチュエータの動作開始時間を算出することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項6】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段からの出力信号に対して制限を行うことを特徴とする請求項5記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項7】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段及び前記アクチュエータの作動遅れを補正する手段からの出力信号に対して制限を行うことを特徴とする請求項5記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項8】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段

は、エンジンの運転状態に応じて前記位相の範囲を検索することを特徴とする請求項6又は7記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項9】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記実際の燃料圧力と前記目標となる燃料圧力との差から算出されるフィードバック制御量に対して制限を行うことを特徴とする請求項5乃至8のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項10】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記実際の燃料圧力を前記目標となる燃料圧力に一致させる制御量に対して制限を行うことを特徴とする請求項5乃至8のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項11】 前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、電子回路であることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項12】 前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の幅をエンジン回転数又は及びバッテリー電圧によって可変させることを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項13】 前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって所定時間以上続いた場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項14】 前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも小さい場合には、前記高圧燃料ポンプに全吐出させることを特徴とする請求項1乃至13のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項15】 前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも大きい場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させることを特徴とする請求項1乃至14のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【請求項16】 前記所定値又は前記所定時間は、エンジン状態に応じて検索されることを特徴とする請求項13乃至15のいずれか一項に記載の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置に係り、特に、内燃機関の燃料噴射弁に圧送される高圧燃料の吐出し量・時期を可変

に調節できる筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現在の自動車は、環境保全の観点から自動車の排気ガスに含まれる一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)、窒素酸化物(NOx)等の排気ガス物質の削減が要求されており、これらの削減を目的として、ダイレクトインジェクションエンジン(筒内噴射エンジン)の開発が行われている。該筒内噴射エンジンは、燃料噴射弁による燃料噴射を気筒の燃焼室内に直接行うものであり、該燃料噴射弁から噴射される燃料の粒径を小さくさせることによって前記噴射燃料の燃焼を促進し、排気ガス物質の削減及びエンジン出力の向上等を図っている。

【0003】ここで、前記燃料噴射弁から噴射される燃料の粒径を小さくするには、前記燃料の高圧化を図る手段が必要になり、このため前記燃料噴射弁に高圧の燃料を圧送する高圧燃料ポンプの技術が各種提案されている(例えば、特開平10-153157号公報、特開2000-8997号公報、特開平11-336638号公報、特開平11-324860号公報、特開平11-324757号公報、特開2000-18130号公報等参照)。

【0004】前記特開平10-153157号公報所載の技術は、内燃機関の高圧燃料供給装置における燃料供給能力の向上を図るものであり、該装置の可変吐出量高圧ポンプは、ポンプ室に3つの通路、すなわち、前記ポンプ室に低圧燃料を流入させる流入通路と、コモンレールに高圧燃料を送る供給通路と、スビル通路とが連通されており、該スビル通路にはスビル弁が接続され、該スビル弁の開閉動作によって燃料タンクへのスビル量を制御することにより吐出量を調整している。

【0005】また、前記特開2000-8997号公報所載の技術は、燃料噴射弁の燃料噴射量に応じて供給される高圧燃料の流量制御を行うことにより、高圧燃料ポンプの駆動力の低減及び流量制御用の弁が作動しない場合にも燃料の供給を行うものであり、吸入弁の下流側(加圧室側)の圧力が上流側(吸入口側)の圧力に対して同等又はそれ以上のときに前記吸入弁に閉弁力が発生するものであって、前記吸入弁が閉弁方向に移動した際に係合するように付勢力を与えられた係合部材、外部入力により前記付勢力と逆方向の付勢力を係合部材に作用させるアクチュエータが設けられており、前記吸入弁の開閉動作により燃料吐出量を調節している。

【0006】さらに、前記特開平11-336638号公報所載の技術は、エンジン運転状態にかかわらず精度良く燃料調量を行うものであり、3筒式ポンプにおいて燃料吐出量のサイクル変動を防止するため、ポンプの圧送に同期させて電磁弁の開閉を制御している。

【0007】さらにまた、前記特開平11-32486

0号公報所載の技術は、可変吐出量高圧ポンプにおいて流量制御の高精度化、装置の小型化及びコスト低減を図るものであり、前記特開平11-324757号公報所載の技術は、燃料噴射圧力を可変制御する装置において目標圧力が変化した場合の応答性の向上を図るものであり、前記特開2000-18130号公報所載の技術は、燃料ポンプから吐出される燃料を常閉の電磁弁を用いて吸込み側にリリースさせ、燃料噴射弁側の燃圧制御を行い、信頼性の向上を図るものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記可変吐出量高圧ポンプによる従来の燃料圧力制御の動作タイミングチャートは、図19に示すように、カム角信号とクランク角信号とからREF信号1801が生成され、REF信号1801を基準にして、角度又は時間制御でアクチュエータ駆動信号であるソレノイド制御信号(パルス)1802が出力される。回転数及び負荷に基づいて算出された目標燃料圧力1803が大きく上昇する。この場合に、実際の燃料圧力である計測燃料圧力1804を目標燃料圧力1803に追従させるため、できる限り多くの燃料を吐出しようとし、F/B量が大きくなるので、本来の吐出すべき領域ではない領域にてソレノイド制御信号1802が出力され、これが続くと、図示のように、基準点である前記REF信号1801からソレノイド制御信号1802が出力され得ることが分かる。

【0009】ここで、例えば、前記REF信号1801が、吐出通路に燃料圧送を可能とする位相上でない場合には、前記高圧ポンプは吐出通路に燃料圧送不能になる一方で、燃料噴射弁は燃料噴射を行うことから、計測燃料圧力1804は目標燃料圧力に追従することができなくなる。つまり、燃料噴射弁による噴霧粒径の微粒化をも遅らせてHCの排出量に大きな影響を与え、また、ピストン表面に燃料が付着する等によって安定した燃焼が得られず、さらに、エンジン始動時には、その始動時間に長時間を要するという問題がある。

【0010】すなわち、本発明者は、可変吐出量高圧ポンプの制御は、前記ソレノイド制御信号を出力するタイミングとその幅が重要であり、高圧燃料ポンプ制御装置は、所定のアクチュエータ動作時間及び前記プランジャが下死点から上死点に達するまでの時間内に、前記ソレノイド制御信号が出力されるように圧送させる位相の範囲を制限する必要があるとの新たな知見を得ている。しかし、前記従来の各技術は、例えば、コモンレールに送る燃料圧送量を調節するスビル弁の開閉時期を制御装置から送ること等については記載されているものの、アクチュエータであるソレノイドの制御信号を高圧燃料ポンプの吐出しに有効な範囲に制限する点についてはいずれも格別の配慮がなされていない。

【0011】本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高圧燃料ポン

プの制御有効範囲においてアクチュエータを駆動することにより、燃料圧力を迅速かつ最適にし、制御安定性の向上を図ることができる筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成すべく、本発明に係る筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置は、基本的には、気筒に備えられた燃料噴射弁と、該燃料噴射弁に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプとを有する筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置であって、前記高圧燃料ポンプは、加圧室と、該加圧室内に設けた吸入弁及び吐出弁と、前記加圧室内の燃料を加圧するプランジャと、前記吸入弁を操作するアクチュエータとを有し、前記制御装置は、前記高圧燃料ポンプの吐出量又は圧力を可変とすべく、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段を有し、該駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを所定の位相の範囲内に制限する手段を有することを特徴としている。

【0013】前記の如く構成された本発明の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置は、燃料の吸入通路を閉じさせるアクチュエータの駆動信号の出力時期が、燃焼圧力の上昇を確実に図ることができる位相の範囲内に制限されているので、燃料圧力を最適かつ迅速に制御することができ、燃焼の安定化及び排出ガス性能の改善に貢献することができる。

【0014】また、本発明に係る筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置の具体的態様は、前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から前記アクチュエータ動作時間分遡った時点以降に制限すること、若しくは前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャが上死点に到達する時点以内に制限すること、又は前記アクチュエータの駆動信号の出力タイミングを、前記プランジャの下死点から上死点に達するまでの間、及び前記プランジャの下死点前であって前記アクチュエータ動作時間以内に制限することを特徴としている。

【0015】さらに、本発明に係る筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置の他の具体的態様は、前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの基本角度、目標となる燃料圧力及び実際の燃料圧力に基づいて、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段と、前記アクチュエータの作動遅れを補正する手段とを有し、これらの出力信号に基づいて前記アクチュエータの動作開始時間を算出すること、又は前記所定の位相の範囲内に制限する手段は、前記アクチュエータの基準角度を演算する手段からの出力信号に対して制限を行うこと、若しくは前記アクチュエータの基準角度を演算する手段及び前記アクチュエータの作動遅れを補正

する手段からの出力信号に対して制限を行うこと、若しくはエンジンの運転状態に応じて前記位相の範囲を検索すること、若しくは前記実際の燃料圧力と前記目標となる燃料圧力との差から算出されるフィードバック制御量に対して制限を行うこと、若しくは前記実際の燃料圧力を前記目標となる燃料圧力に一致させる制御量に対して制限を行うこと、若しくは前記所定の位相の範囲内に制限する手段が電子回路であること、又は前記アクチュエータの駆動信号を算出する手段は、前記アクチュエータの駆動信号の幅をエンジン回転数又は及びバッテリー電圧によって可変させることを特徴としている。

【0016】また、本発明に係る筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置のさらに他の具体的態様は、前記制御装置は、実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって所定時間以上続いた場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させること、若しくは実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも小さい場合には、前記高圧燃料ポンプに全吐出させること、若しくは実際の燃料圧力と目標となる燃料圧力とを比較し、その圧力差が所定値以上であって前記実際の燃料圧力が前記目標となる燃料圧力よりも大きい場合には、前記高圧燃料ポンプに加圧を禁止させること、又は前記所定時間若しくは前記所定時間は、エンジン状態に応じて検索されることを特徴としている。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置の一実施形態について説明する。図1は、本実施形態の筒内噴射エンジン507の制御システムの全体構成を示したものである。筒内噴射エンジン507は4気筒からなり、各シリンダ507bに導入される空気は、エアクリーナ502の入口部502aから取り入れられ、空気流量計（エアフロセンサ）503を通り、吸気流量を制御する電制スロットル弁505aが収容されたスロットルボディ505を通してコレクタ506に入る。前記コレクタ506に吸入された空気は、エンジン507の各シリンダ507bに接続された各吸気管501に分配された後、ピストン507a、前記シリンダ507b等によって形成される燃焼室507cに導かれる。

【0018】また、前記エアフロセンサ503からは、前記吸気流量を表わす信号が本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置を有するエンジン制御装置（コントロールユニット）515に出力されている。さらに、前記スロットルボディ505には、電制スロットル弁505aの開度を検出するスロットルセンサ504が取り付けられており、その信号もコントロールユニット515に出力されるようになっている。

【0019】一方、ガソリン等の燃料は、燃料タンク5

0から燃料ポンプ51により一次加圧されて燃圧レギュレータ52により一定の圧力(例えば3kg/cm²)に調圧されるとともに、後述する高圧燃料ポンプ1でより高い圧力(例えば50kg/cm²)に2次加圧され、コモンレール53を介して各シリンダ507bに設けられている燃料噴射弁(インジェクタ)54から燃焼室507cに噴射される。該燃焼室507cに噴射された燃料は、点火コイル522で高電圧化された点火信号により点火プラグ508で着火される。

【0020】エンジン507のクランク軸507dに取り付けられたクランク角センサ516は、クランク軸507dの回転位置を表わす信号をコントロールユニット515に出力され、また、排気弁526のカム軸(図示省略)に取り付けられたカム角センサ511は、前記カム軸の回転位置を表わす基準角信号をコントロールユニット515に出力されるとともに、高圧燃料ポンプ1のポンプ駆動カム100の回転位置を表わす基準角信号をもコントロールユニット515に出力され、さらに、排気管519中の触媒520の上流に設けられたA/Fセンサ518は、排気ガスを検出し、その検出信号がコントロールユニット515に出力されている。

【0021】該コントロールユニット515の主要部は、図2に示すように、MPU603、EP-ROM602、RAM604及びA/D変換器を含むI/OLSI601等で構成され、クランク角センサ516、カム角センサ511、エンジン冷却水温センサ517、並びに燃圧センサ56を含む各種のセンサ等からの信号を入力として取り込み、所定の演算処理を実行し、この演算結果として算定された各種の制御信号を出力し、アクチュエータであるソレノイド200、前記各インジェクタ54及び点火コイル522等に所定の制御信号を供給して、燃料吐出量制御、燃料供給量制御及び点火時期制御等を実行するものである。

【0022】図3及び図4は、前記高圧燃料ポンプ1について示しており、図3は、該高圧燃料ポンプ1を備えた燃料系システムの全体構成図を示し、図4は、該高圧燃料ポンプ1の縦断面図を示している。前記高圧燃料ポンプ1は、燃料タンク50からの燃料を加圧してコモンレール53に高圧の燃料を圧送するものであり、シリンダ室7と、ポンプ室8と、ソレノイド室9とからなり、前記シリンダ室7は前記ポンプ室8の下方に配置され、前記ソレノイド室9は前記ポンプ室8の右方に配置されている。

【0023】前記シリンダ室7は、プランジャ2、リフト3、プランジャ下降ばね4を有し、前記プランジャ2は、エンジン507における排気弁526の前記カム軸の回転に伴って回転するポンプ駆動カム100に圧接されたリフト3を介して往復動し、ポンプ室8内の加圧室12の容積を変化させている。

【0024】前記ポンプ室8は、低圧燃料の吸入通路1

0、加圧室12、高圧燃料の吐出通路11から構成され、吸入通路10と加圧室12の間には吸入弁5が設けられており、該吸入弁5は、ポンプ室8からソレノイド室9に向かって吸入弁5の閉弁方向に付勢する閉弁ばね5aを介して、燃料の流通方向を制限する逆止弁である。前記加圧室12と吐出通路11の間には吐出弁6が設けられており、該吐出弁6もまた、ポンプ室8からソレノイド室9に向かって吐出弁6の閉弁方向に付勢する閉弁ばね6aを介して、燃料の流通方向を制限する逆止弁である。なお、閉弁ばね5aは、プランジャ2による加圧室12内の容積変化により、吸入弁5を挟んで、加圧室12側の圧力が流入通路10側の圧力に対して同等、又はそれ以上になった場合には、前記吸入弁5を閉弁させるように付勢するものである。

【0025】前記ソレノイド室9は、アクチュエータであるソレノイド200、吸入弁係合部材201、開弁ばね202から構成されており、前記吸入弁係合部材201は、その先端が前記吸入弁5に接離自在に当接されているとともに、該吸入弁5に相対する位置に配設され、ソレノイド200の通電によって前記吸入弁5を閉弁させる方向に移動する。一方、ソレノイド200の通電が解かれている状態では、前記吸入弁係合部材201の後端に係合する開弁ばね202を介して前記吸入弁5を開弁させる方向に移動し、前記吸入弁5を開弁状態にする。

【0026】燃料タンク50から燃料ポンプ51及び燃圧レギュレータ52を介して一定圧力に調圧された燃料は、前記ポンプ室8の吸入通路10に導かれ、その後、前記ポンプ室8内の加圧室12で前記プランジャ2の往復動により加圧され、前記ポンプ室8の吐出通路11からコモンレール53に圧送される。

【0027】該コモンレール53には、エンジン507の気筒数にあわせて設けられた各インジェクタ54のほか、リリーフ弁55、燃圧センサ56が備えられており、コントロールユニット515は、クランク角センサ516、カム角センサ511、並びに燃圧センサ56の各検出信号に基づいてソレノイド200の駆動信号を出力して燃料吐出の制御を行っているとともに、各インジェクタ54の駆動信号を出力して燃料噴射の制御を行っている。なお、リリーフ弁55は、前記コモンレール53内の圧力が所定値を超えた場合に開弁され、配管系破損の防止を図っている。

【0028】図5は、前記高圧燃料ポンプ1の動作タイミングチャートを示している。なお、ポンプ駆動カム100で駆動するプランジャ2の実際のストローク(実位置)は、図6に示すような曲線になるが、上死点と下死点の位置を分かり易くするために、以下、プランジャ2のストロークを直線的に表わすこととする。

【0029】プランジャ2は、前記カム100の回転によりプランジャ下降ばね4の付勢力に応じて上死点側か

ら下死点側に移動すると、前記ポンプ室8の吸入行程が行われる。該吸入行程では、前記吸入弁係合部材201であるロッドの位置が開弁ばね202の付勢力に応じて吸入弁5と係合して該吸入弁5を開弁方向に移動させ、加圧室12内の圧力が低下する。

【0030】次に、プランジャ2が、前記カム100の回転によりプランジャ下降ばね4の付勢力に抗して下死点側から上死点側に移動すると、前記ポンプ室8の圧縮行程が行われる。該圧縮行程では、コントロールユニット515からアクチュエータであるソレノイド200の駆動信号(ON信号)が出力されてソレノイド200が通電(ON状態)されると、前記吸入弁係合部材201であるロッドの位置が開弁ばね202の付勢力に抗して吸入弁5を閉弁方向に移動されるとともに、その先端が前記吸入弁5との係合を解かれ、該吸入弁5が閉弁ばね5aの付勢力に応じて閉弁方向に移動することにより、加圧室12内の圧力が上昇する。よって、吸入弁5は、ソレノイド200の応答性と無関係に最大吐出を行うことができる。

【0031】そして、前記吸入弁係合部材201がソレノイド200側に最も吸引され、プランジャ2の往復動に同期する吸入弁5が閉弁して加圧室12内の圧力が最高点に達すると、加圧室12内の燃料が吐出弁6を押圧し、該吐出弁6は、閉弁ばね6aの付勢力に抗して自動的に開弁し、加圧室12の容積減少分の高圧の燃料がコモンレール53側に吐出される。なお、ソレノイド200の駆動信号は、前記吸入弁係合部材201がソレノイド200側に最も吸引されると、その通電が停止(OFF状態)されるが、上記のように、前記加圧室12内の圧力が高いため、吸入弁5は閉弁状態で維持されてコモンレール53側への燃料の吐出が行われる。よって、ON/OFFの高応答性等を必要としない。

【0032】また、プランジャ2が、前記カム100の回転によりプランジャ下降ばね4の付勢力に応じて上死点側から下死点側に移動すると、前記ポンプ室8の吸入行程が行われ、前記加圧室12内の圧力低下に伴って、前記吸入弁係合部材201が開弁ばね202の付勢力に応じて吸入弁5と係合されて開弁方向に移動するとともに、吸入弁5がプランジャ2の往復動に同期して自動的に開弁し、該吸入弁5の開弁状態が保持される。そして、加圧室12内は圧力の低下が生じていることにより吐出弁6の開弁が行われない。以後前記動作を繰り返す。

【0033】なお、加圧室12内の圧力が最高点に達する前の圧縮工程の途中で、ソレノイド200がON状態にされる場合には、このときから、コモンレール53への燃料圧送が行われ、また、燃料圧送が一度始まれば、加圧室12内の圧力は上昇しているので、その後、ソレノイド200をOFF状態にしても、吸入弁5は閉塞状態を維持する一方で、吸入工程の始まりに同期して自

動開弁することができ、ソレノイド200のON信号の出力タイミングにより、コモンレール53側への燃料の吐出量を調節することができる。さらに、圧力センサ56の信号に基づき、コントロールユニット515にて適切な吐出タイミングを演算し、ソレノイド200をコントロールすることにより、コモンレール53の圧力を目標値にフィードバック制御させることもできる。

【0034】図7は、前記高圧燃料ポンプ制御装置を有するコントロールユニット515のMPU603が行う高圧燃料ポンプ1の制御ブロック図である。前記高圧燃料ポンプ制御装置は、基本角度算出手段701、目標燃料圧力算出手段702、燃料圧力入力処理手段703、圧力差既定値算出手段1501、前記ソレノイド200の駆動信号を算出する手段の一態様であるポンプ制御信号算出手段1502から構成される。

【0035】基本角度算出手段701は、運転状態に基づいてソレノイド200をON状態にするソレノイド制御信号の基本角度BASANGを演算してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。目標燃料圧力算出手段702は、同じく運転状態に基づきその動作点に最適な目標燃料圧力 P_{target} を算出してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。燃料圧力入力処理手段703は、燃料圧力センサ56の信号をフィルタ処理し、実燃料圧力である計測燃料圧力 P_{real} を検出してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。

【0036】また、圧力差既定値算出手段1501では、後述するように、前記高圧燃料ポンプ1の運転を判定するために運転状態に応じて既定圧力差 α を演算してポンプ制御信号算出手段1502に出力する。そして、ポンプ制御信号算出手段1502は、後述するように、前記各信号に基づいてアクチュエータ駆動信号である前記ソレノイド制御信号を演算してソレノイド駆動手段707に出力する。

【0037】図8は、ポンプ制御信号算出手段1502による基本処理を説明するブロック図である。ポンプ制御信号算出手段1502は、ソレノイド200のON信号のタイミングを演算する基準角度演算手段704と、そのON信号の幅を算出するポンプ信号通電時間算出手段706とを基本的な構成とし、基準角度演算手段704は、基本角度算出手段701の基本角度BASANG、目標燃料圧力算出手段702の目標燃圧 P_{target} 、燃料圧力入力処理手段703の計測燃料圧力 P_{real} に基づいて、前記ON信号の出力開始の基準となる基準角度REFANGを演算する。そして、該基準角度REFANGに、ソレノイド作動遅れ補正手段705による作動遅れ補正分PUMREを加えてソレノイド200のON信号の出力開始角度STANGを計算し、ソレノイド200のON信号のタイミングとしてソレノイド駆動手段707に出力する。

【0038】また、ポンプ信号通電時間算出手段706

は、運転条件に基づいて高圧燃料ポンプ1のソレノイド200の通電時間TPUMKEを演算してソレノイド200のON信号の幅を算出し、ソレノイド駆動手段707に出力する。そして、前記出力開始角度STANGと前記通電時間TPUMKEからソレノイド200の駆動を行う。ここで、ソレノイド作動遅れ補正手段705は、ソレノイド200の電磁力、ひいては作動遅れ時間がバッテリー電圧によって変わることから、バッテリー電圧に基づいてソレノイド作動遅れ補正を算出している。

【0039】そして、本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置では、前記ポンプ制御信号算出手段1502を基本として前記各処理を行い、後述するように、ソレノイド200のON信号の出力タイミングを所定の位相内に限定させている。

【0040】図9は、前記コントロールユニット515の動作タイミングチャートである。コントロールユニット515は、カム角センサ511からの検出信号(CAM信号)とクランク角センサ516からの検出信号(CRANK信号)に基づいて各ピストン507aの上死点位置を検出し、燃料噴射制御及び点火時期制御を行うとともに、前記カム角センサ511からの検出信号(CAM信号)と前記クランク角センサ516からの検出信号(CRANK信号)に基づいてプランジャ2のストロークを検出し、高圧燃料ポンプ1の燃料吐出制御であるソレノイド制御を行っている。なお、REF信号であるプランジャ2のストロークは、上記CRANK信号とCAM信号とに基づいて生成される。

【0041】ここで、図9のCRANK信号の信号が欠けた部分(点線で示す)は、基準位置となるものであり、CYL#1の上死点、又はCYL#4の上死点から所定の位相分ずれた位置にある。そして、コントロールユニット515は、前記CRANK信号の信号が欠けたときに、前記CAM信号がHi又はLoであるかによって、CYL#1側又はCYL#4側であるかを判別する。そして、高圧燃料ポンプ1からの燃料の吐出は、ソレノイド制御信号の立ち上がりからソレノイド200の作動遅れ分の所定時間経過後に開始される一方で、この吐出は、ソレノイド信号が立下がっても、加圧室12からの圧力によって吸入弁5が押されているので、プランジャストロークが上死点に達するまで続けられる。

【0042】図10は、前記コントロールユニット515による燃圧の制御に対する前記ソレノイド制御信号の出力開始角度STANG、及び通電時間TPUMKE等のパラメータを示したものであり、前記図9を具体的に説明する図である。前記ソレノイド200のON信号の出力タイミングである出力開始角度STANGは、式1のように求めることができる。

【0043】

【数1】

$$STANG = REFANG - PUMRE \quad (1)$$

【0044】ここで、REFANGは、エンジン507の運転状態に基づいて基準角度算出手段704(図8)で算出される。PUMREはポンプ遅れ角度であり、ソレノイド作動遅れ補正手段705(図8)で算出され、例えば、バッテリー電圧により変化するアクチュエータ駆動時間、すなわちソレノイド通電に基づいた吸入弁係合部材201の作動遅れを表している。

【0045】次に、ソレノイド200のON信号の幅であるポンプ位相制御信号通電時間TPUMKEは、ポンプ位相制御信号通電時間算出手段706で運転状態に基づいて算出する(図8)。このように、ソレノイド200のON信号を運転状態に基づいて算出された既定時間分通電する目的は、ソレノイド200の電磁力が切れて吸入弁係合部材201が吸入弁5に係合しても、ポンプ室2の圧力で吸入弁5を閉じられるようになるまで吸入弁係合部材201を保持しておくためである。また、適切な時間通電することにより、ポンプ消費電力を減らしソレノイド200の耐久信頼性を向上させる効果もある。

【0046】そして、出力開始角度STANGによって、前記REF信号の立ち上がりである基本点からどれくらいで吸入弁5を閉じさせるソレノイド200のON信号を出力するか、すなわちソレノイド制御信号の出力時期を求め、一方、ポンプ位相制御信号通電時間TPUMKEによって、前記ソレノイド制御信号をどれくらいの時間で出力し続けるか、すなわちソレノイド制御信号の幅を求めている。

【0047】つまり、本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置は、ポンプ位相制御信号通電時間TPUMKEと、プランジャ2のストロークが下死点から上死点に達するまでに要する時間とによって定義される位相を燃料圧送可能位相とし、この範囲内にソレノイド200のON信号を出力して燃料の圧送を行っている。言い換えれば、ON信号を打って吸入弁5を閉じる信号を出力する範囲は、プランジャ2のストロークが下死点から上死点に達するまでの時間のほか、プランジャ2の下死点から前記アクチュエータ動作時間分であるポンプ位相制御信号通電時間TPUMKE分遡った時点(REF信号の基本点から出力開始角度STANGに達した時点)を下限値とし、プランジャ2が上死点に達した時点を上限値とするリミッタ処理を行い、この範囲外では、前記ON信号を打たないようにしている。

【0048】図11は、本実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置における制御信号算出手段1502の制御ブロック図である。つまり、前記制御信号算出手段1502は、図8を基本構成とし、さらに基準角度REFANGを算出する前において、すなわち、基準角度演算手段704で演算された位相を位相制限手段1101にて上記制限を行い、これを基準角度REFANGとしている。なお、位相制限手段1101は、可変容量機構を持つポ

ンプ制御に適用することが可能である。

【0049】図12は、前記高圧燃料ポンプ制御装置による高圧燃料ポンプ1の制御のフローチャートである。ステップ1001では、例えば10ms毎のように時間に同期した割込み処理が行われる。なお、該割込み処理は、クランク角度180°毎のように回転に同期したもので良い。

【0050】ステップ1002では、基準角度演算手段704にて位相を演算し、ステップ1003では、位相制限手段1101にて上下限のリミッタ処理をして基準角度REFANGとし、ステップ1004では、ソレノイド作動遅れ補正手段705によるソレノイド作動遅れ補正分PUMREが考慮され、ステップ1005では、出力開始角度STANGを計算し、ステップ1006では、ソレノイド駆動手段707でソレノイド駆動処理を行い、ソレノイド制御信号のパルスを出力する。なお、出力開始角度STANGの算出方法は、以上のように割り込み毎に計算する方法のほか、エンジン状態において検索する方法でも良い。そして、ステップ1007に進んで一連の動作を終了する。

【0051】図13は、前記ポンプ制御信号算出手段1502における高圧燃料システムの安定性を増加させる処理のフローチャートである。なお、このときの高圧燃料システムに使用される高圧ポンプは、高圧の燃料を吐出できるポンプという思想で本実施形態の単筒ポンプのほか、例えば、いわゆる3筒ポンプでも良い。ステップ1601では、例えば10ms毎のように時間に同期した割込み処理が行われる。なお、該割込み処理は、クランク角度180°毎のように回転に同期したもので良い。

【0052】ステップ1602では、燃圧入力処理手段703にて計測燃料圧力Prealを読み込み、ステップ1603では、目標燃圧算出手段702にてシステム上の目標燃料圧力Ptargetを読み込み、ステップ1604では、目標燃料圧力Ptargetと計測燃料圧力Prealとの圧力差の絶対値が圧力差既定値算出手段1501によるエンジン状態に応じて検索された既定値 α 以上であるか否かを判定する。そして、前記2つの圧力差が既定値 α 以上である場合、すなわちYESのときには、ステップ1606に進む。一方、2つの圧力差が既定値 α 未満のときには、ステップ1605に進み、計測燃料圧力Prealを目標燃料圧力Ptargetに追従させるべく通常のようにF/B制御を行う。

【0053】ステップ1606では、目標燃料圧力Ptargetが計測燃料圧力Prealよりも大きいのか否かを判定し、目標燃料圧力Ptargetの方が大きい場合、すなわちYESのときには、ステップ1607に進んでプランジャ2の下死点からの全吐出制御を行ってステップ1609に進んで一連の動作を終了する。つまり、この場合には、高圧燃料ポンプ1に全吐出を行わせることにより、

計測燃料圧力Prealを迅速に目標燃料圧力Ptargetに近付けることができる。

【0054】一方、ステップ1606で計測燃料圧力Prealの方が大きい場合には、ステップ1608に進んで高圧燃料ポンプ1による加圧禁止制御を行う。つまり、この場合には、OFF信号を出力、若しくはプランジャ2の上死点にてON信号を出力し、高圧燃料ポンプ1による加圧を禁止にすることにより、計測燃料圧力を迅速に目標燃料圧力に近付けることができる。また、高圧配管系に異常が起き、燃料圧力が既定値以上に上昇した場合に高圧燃料ポンプ1は加圧禁止になり、燃料圧力上昇を抑制するのでシステムの安全性の向上にも貢献する。

【0055】以上のように、本発明の前記実施形態は、上記の構成によって次の機能を奏するものである。前記実施形態のコントロールユニット515は、シリンダ507bに備えられた燃料噴射弁54と、該燃料噴射弁54に燃料を圧送させる高圧燃料ポンプ1とを有する筒内噴射エンジン507の高圧燃料ポンプ制御装置であって、前記高圧燃料ポンプ1は、該高圧燃料ポンプ1内の燃料を加圧するプランジャ2と、前記高圧燃料ポンプ1の吐出量又は圧力を可変にするために位相制御されるソレノイド200と、該ソレノイド200のON信号にて燃料の吸入通路10を閉弁させる吸入弁5とを有し、前記制御装置は、ポンプ制御信号算出手段1502を有し、該ポンプ制御信号算出手段1502は、前記ソレノイド200のON信号の出力タイミングを所定の位相の範囲内に制限する位相制限手段1101を有しており、該位相制限手段1101は、前記ソレノイド200のON信号の出力タイミングを、プランジャ2の下死点からソレノイド200の動作時間分遡った時点以降であって、プランジャ2が上死点に到達するまでの時間以内に制限しているので、制御できない位相にてソレノイド制御信号が出力されることを防ぎ、燃焼圧力の上昇を確実に行って燃焼の安定化及び排出ガス性能の改善を図ることができる。

【0056】図14は、前記コントロールユニット515による前記高圧ポンプ1の動作タイミングチャートであり、カム角信号とクランク角信号とから生成されたREF信号1801が出力され、該REF信号1801を基準にして位相制限手段1101による制限間隔1904の後、ポンプ圧送可能位相範囲内の角度又は時間制御でソレノイド制御信号1903が出力されるのが分かる。よって、目標燃料圧力1901が大きく上昇するものの、プランジャ2の下死点における燃料吐出量を確保することができるので、実燃料圧力である計測燃料圧力1902が目標燃料圧力1901に迅速に追従し、従来に比して燃圧の上昇が促進され、各インジェクタ54からの噴霧粒径の微粒化を促進させることができるとともに、HCの排出量の低減も達成することができる。また、エンジン始動時には、その始動時間の短時間化を図

ることができる。

【0057】また、本実施形態のポンプ制御信号算出手段1502は、圧力差既定値算出手段1501による既定値 α に基づいて高圧燃料システムの安定化を図っているので、筒内噴射エンジン507の信頼性の更なる向上を図ることができる。

【0058】以上、本発明の実施形態について詳述したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の精神を逸脱することなく設計において種々の変更ができるものである。

【0059】例えば、前記実施形態では、高圧燃料ポンプ1が排気弁526のカム軸上に配置されているが、吸入弁514のカム軸上に配置、又はシリンダ507bのクランク軸507dに同期させたものであっても良い。

【0060】さらに、前記実施形態のポンプ制御信号算出手段1502は、基準角度演算手段704で算出した位相を位相制限手段1101にて制限して基準角度REFANGをしているが、本発明はこれに限られることなく、例えば、図15に示すように、基準角度演算手段704の基準角度REFANGにソレノイド作動遅れ補正手段705を考慮して求めた出力開始角度STANGに対して、すなわち、計算の最後に位相制限手段1101による制限を行うもの、若しくは図16に示すように、基準角度演算手段704のF/B制御量をF/B制限手段1401にて制限を行って基準角度REFANGとするもの、又は図17に示すように、基準角度演算手段704のF/B制御量をF/B制限手段1401にて制限するとともに、この値に対して位相制限手段1101にて制限を行って基準角度REFANGとするものであっても良い。なお、F/B制御は、コモンレール53の実燃料圧力を目標燃料圧力に追従させるフィードバック制御であり、このF/B制御量は、目標燃料圧力Ptargetと実燃料圧力Prealの偏差により変化する。また、前記実際の燃料圧力を前記目標となる燃料圧力に一致させる制御量に対して制限を行うものであっても良い。

【0061】また、前記実施形態の位相制限手段1101は、前記下限値のみ、若しくは前記上限値及び前記下限値によって位相を制限して圧送可能位相としているが、これのほか、エンジン状態に応じて出力位相範囲を検索・演算するものであっても良く、又は、電子回路を使用するものであっても良く、この場合にも前記同様の効果を得ることができる。

【0062】さらに、前記実施形態のポンプ制御信号算出手段1502では、目標燃料圧力Ptargetと計測燃料圧力Prealとから高圧燃料システムの安定性の増加を図っているが、図18に示す処理のフローチャートのように行っても良いものである。

【0063】すなわち、ステップ1701では、例えば10ms毎のように時間に同期した割込み処理が行われ、ステップ1702では、燃圧入力処理手段703にて計

測燃料圧力Prealを読み込み、ステップ1703では、目標燃圧算出手段702にてシステム上の目標燃料圧力Ptargetを読み込み、ステップ1704では、目標燃料圧力Ptargetと計測燃料圧力Prealとの圧力差が圧力差既定値算出手段1501による既定値 α 以上であるか否かを判定する。ここまでは、前記ステップ1601乃至ステップ1604と同様である。

【0064】そして、2つの圧力差が既定値 α 以上である場合、すなわちYESのときには、ステップ1705に進んでタイマカウントアップ処理を行い、ステップ1706に進む。

【0065】ステップ1706では、この時間がエンジン状態に応じて検索された既定時間T1を超えているか否かを判定し、既定時間T1を超えている場合、すなわちYESのときにはステップ1708に進んで高圧ポンプ1による加圧禁止制御を行ってステップ1710に進んで一連の動作を終了する。なお、ステップ1708は、燃料圧力上昇抑制の思想を持ち、既定圧力差以上で既定時間経過した場合は高圧配管系に異常が起きたと考えられるので、燃料圧力上昇を抑制することによりシステムの安全性向上に貢献する。

【0066】一方、ステップ1704にて2つの圧力差が既定値 α 未満のときには、ステップ1707に進んでタイマリセット処理をしてステップ1709に進む。また、ステップ1706で既定時間T1を超えていないときにもステップ1709に進む。そして、ステップ1709では、通常ポンプ制御、すなわち前記F/B制御を行ってステップ1710に進んで一連の動作を終了する。

【0067】

【発明の効果】以上の説明から理解されるように、本発明に係る筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置は、ソレノイド制御信号の出力範囲を所定の位相範囲内に制限しているので、高圧燃料システムの異常時を含めて、燃料圧力を最適、かつ、迅速に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態の筒内噴射エンジンの高圧燃料ポンプ制御装置を備えたエンジンの全体構成図。

【図2】図1のエンジン制御装置の内部構成図。

【図3】図1の高圧燃料ポンプを備えた燃料系システムの全体構成図。

【図4】図3の高圧燃料ポンプの縦断面図。

【図5】図3の高圧燃料ポンプの動作タイミングチャート。

【図6】図5の動作タイミングチャートの補足説明図。

【図7】図1の高圧燃料ポンプ制御装置による基本制御ブロック図。

【図8】図1の高圧燃料ポンプ制御装置による基本制御ブロック図。

【図9】図1の高圧燃料ポンプ制御装置の基本動作タイミングチャート。

【図10】図1の高圧燃料ポンプ制御装置の基本動作タイミングチャート。

【図11】図1の高圧燃料ポンプ制御装置における制御ブロック図。

【図12】図1の高圧燃料ポンプ制御装置の動作フローチャート。

【図13】図1の高圧燃料ポンプ制御装置の動作フローチャート。

【図14】図1の高圧燃料ポンプ制御装置における燃圧制御時の動作タイミングチャート。

【図15】他の実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置の制御ブロック図。

【図16】他の実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置の制御ブロック図。

【図17】他の実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置の制御ブロック図。

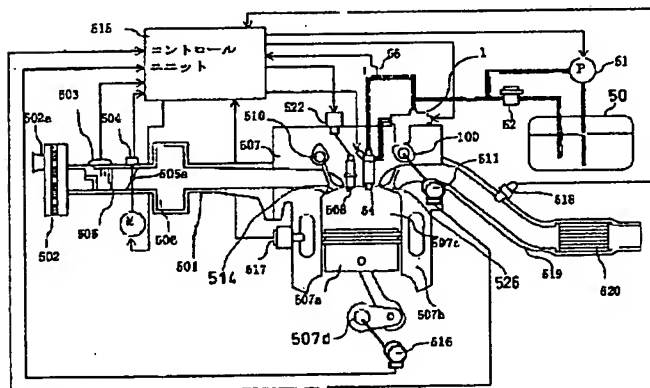
【図18】他の実施形態の高圧燃料ポンプ制御装置の動作フローチャート。

【図19】従来の高圧燃料ポンプ制御装置における燃圧制御時の動作タイミングチャート。

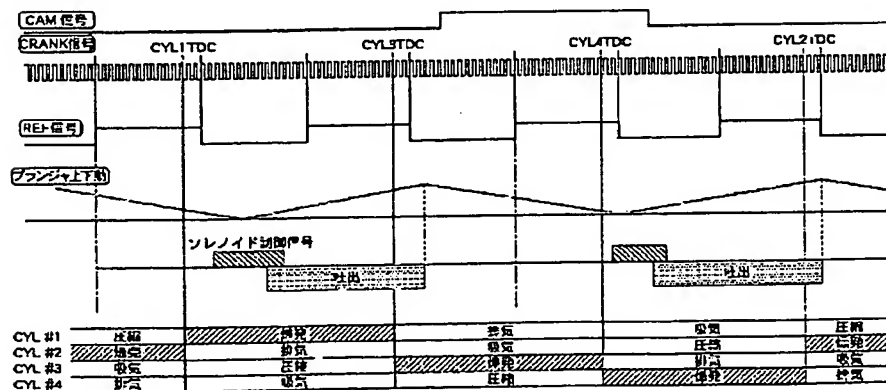
【符号の説明】

- 1 高圧燃料ポンプ
- 2 プランジャ
- 5 吸入弁
- 11 吸入通路
- 54 燃料噴射弁
- 200 アクチュエータ（ソレノイド）
- 507 筒内噴射エンジン
- 507b 気筒
- 515 高圧燃料ポンプ制御装置（コントロールユニット）
- 701 アクチュエータの基本角度を算出する手段
- 702 目標となる燃料圧力を算出する手段
- 703 実際の燃料圧力を算出する手段
- 704 アクチュエータの基準角度を演算する手段
- 705 アクチュエータの作動遅れを補正する手段
- 706 アクチュエータの駆動信号の幅を算出する手段
- 1101 所定の位相の範囲内に制限する手段
- 1301 所定の位相の範囲内に制限する手段
- 1401 フィードバック制御量を制限する手段
- 1502 アクチュエータの駆動信号を算出する手段

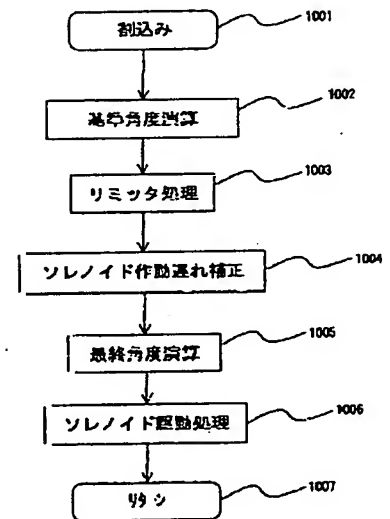
【図1】



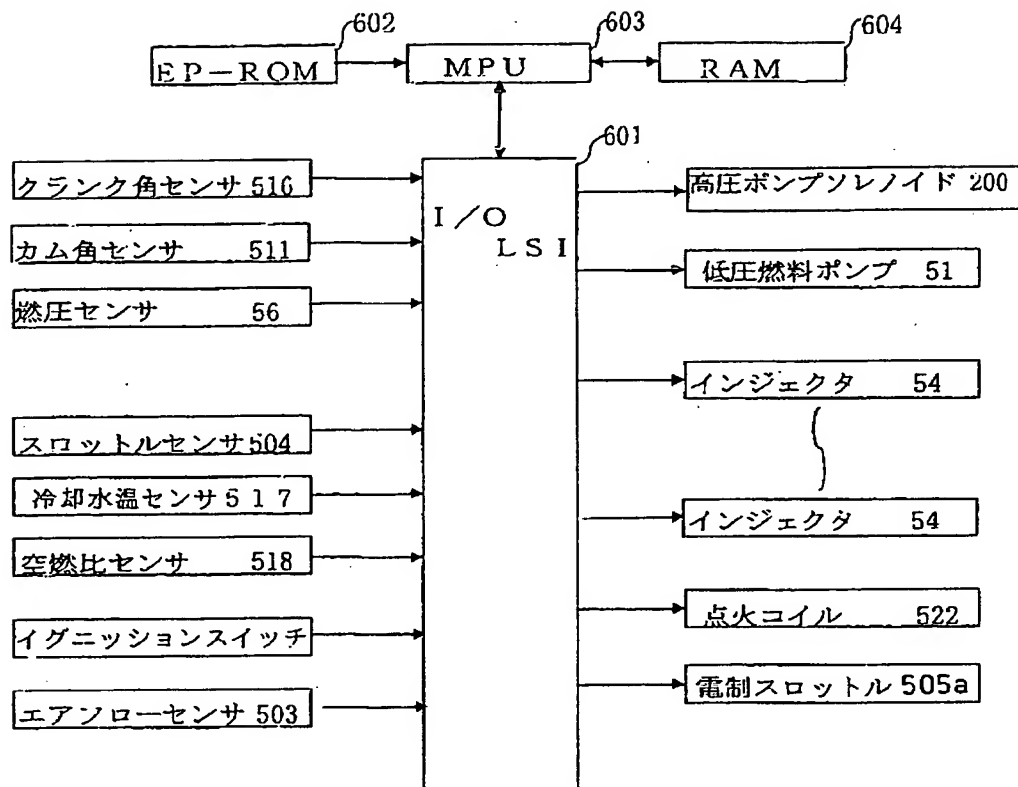
【図9】



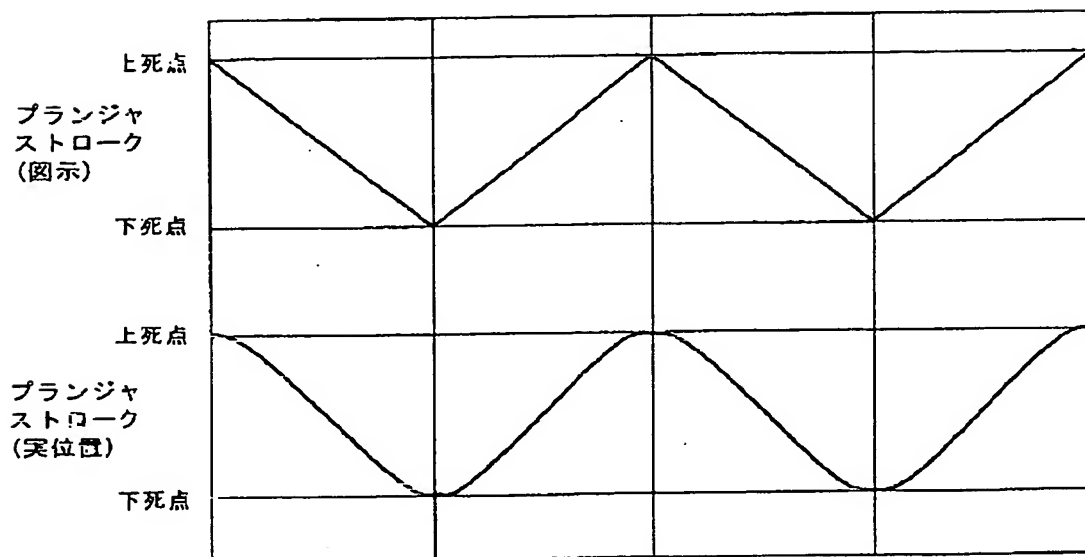
【図12】



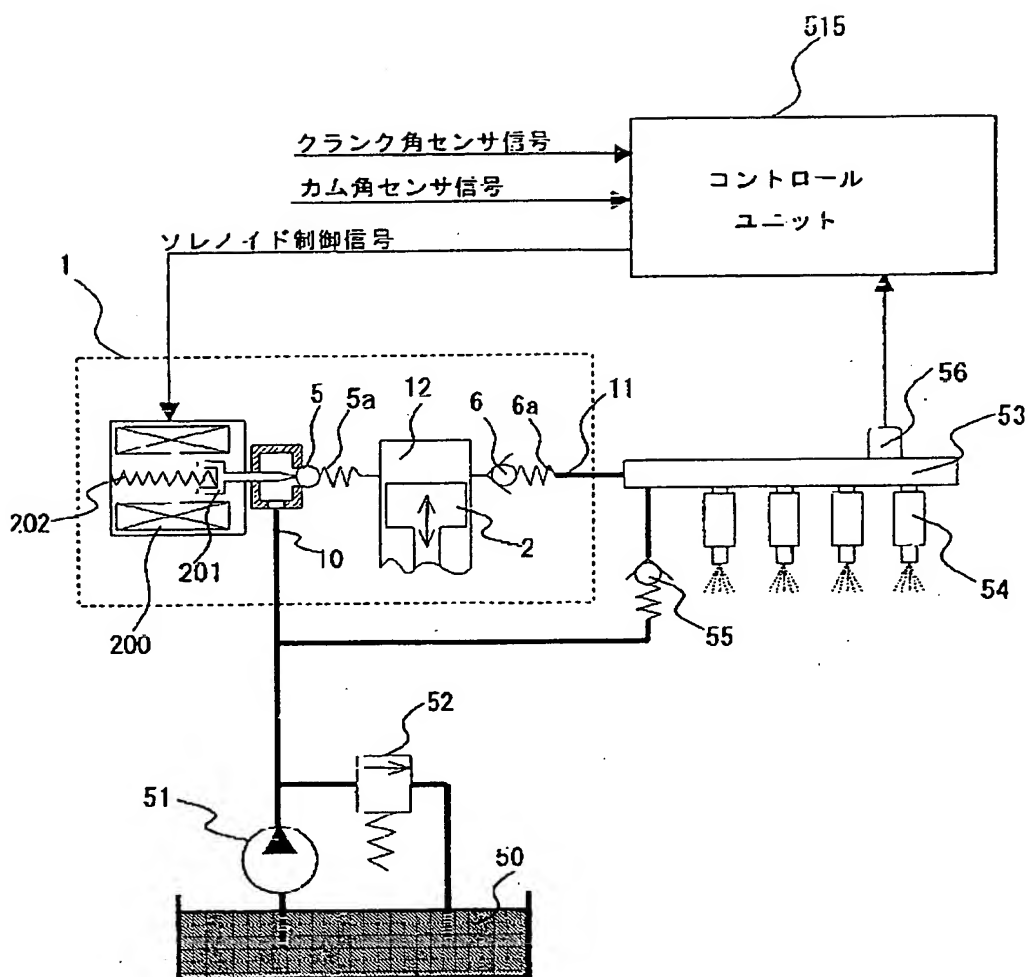
【図2】



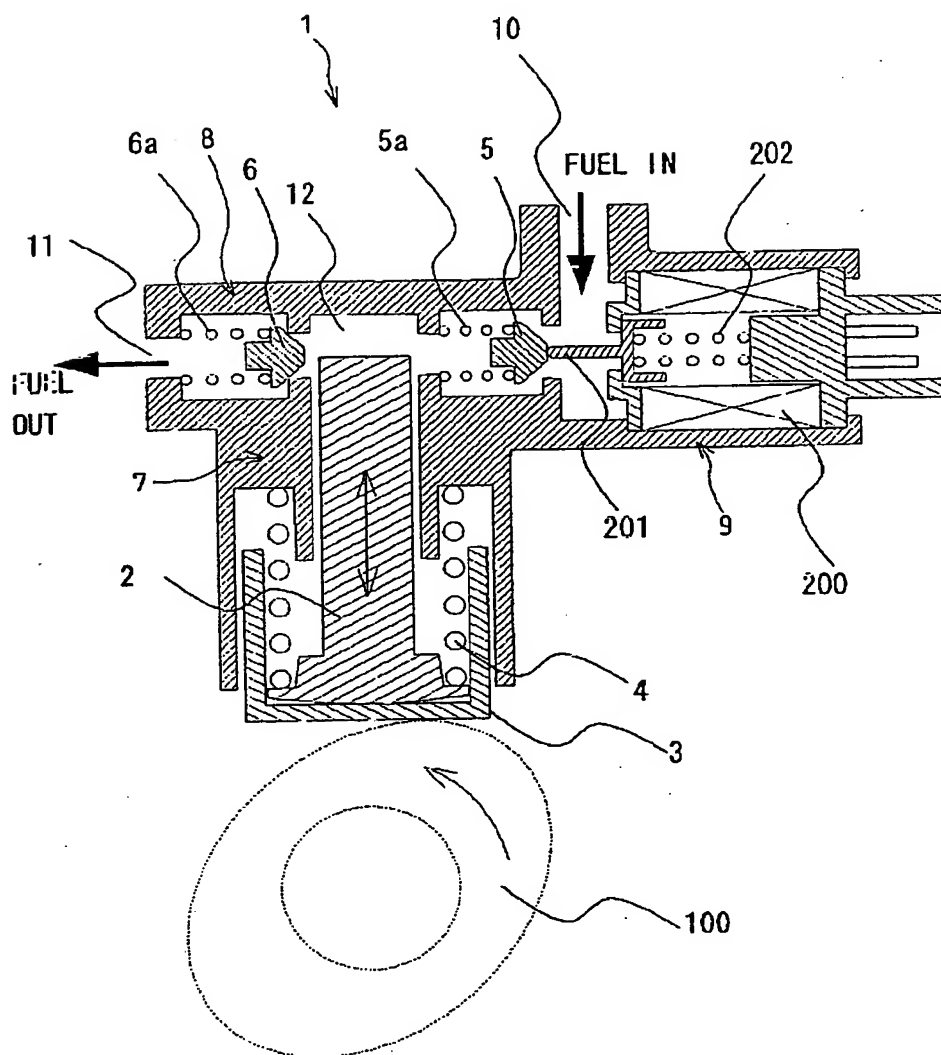
【図6】

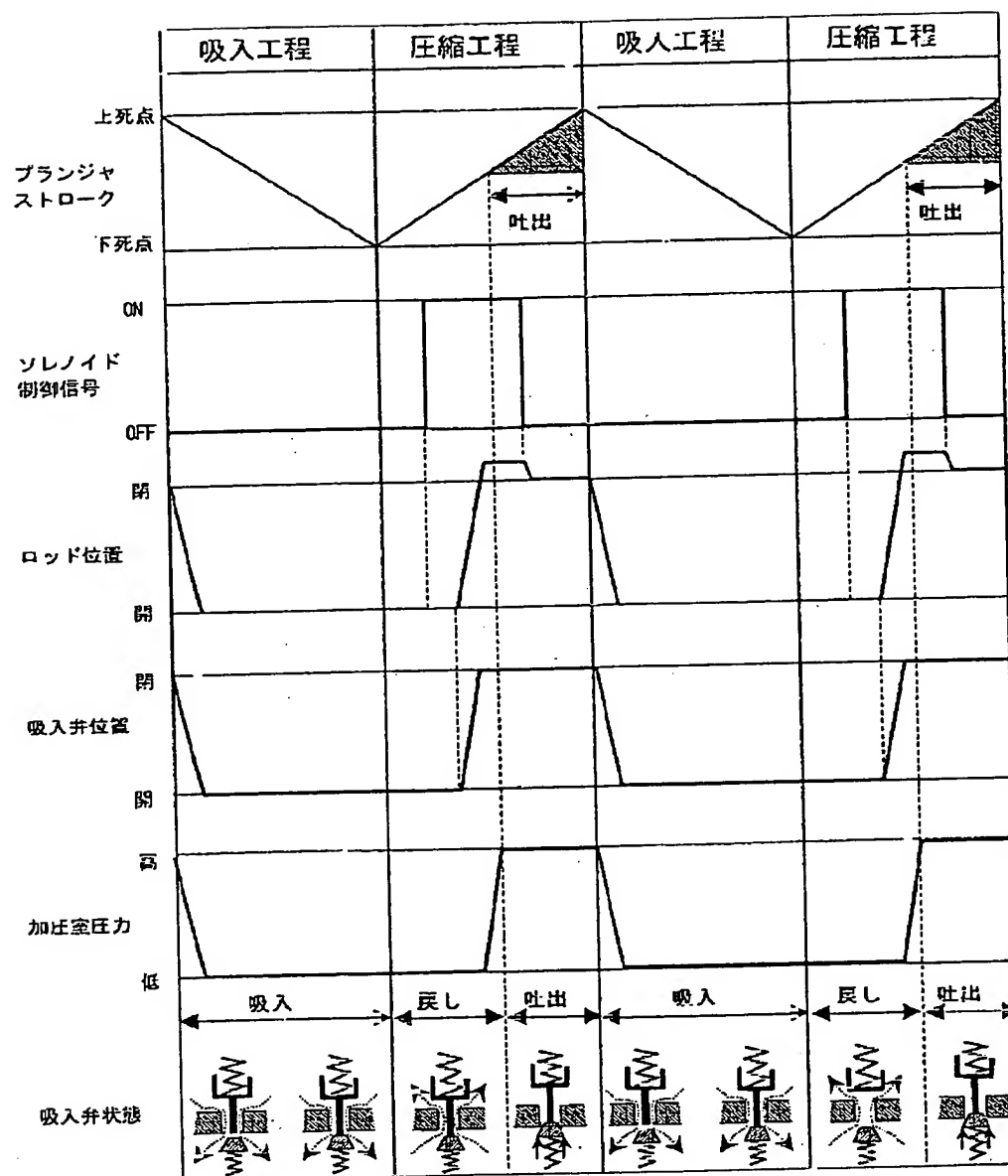


【図3】

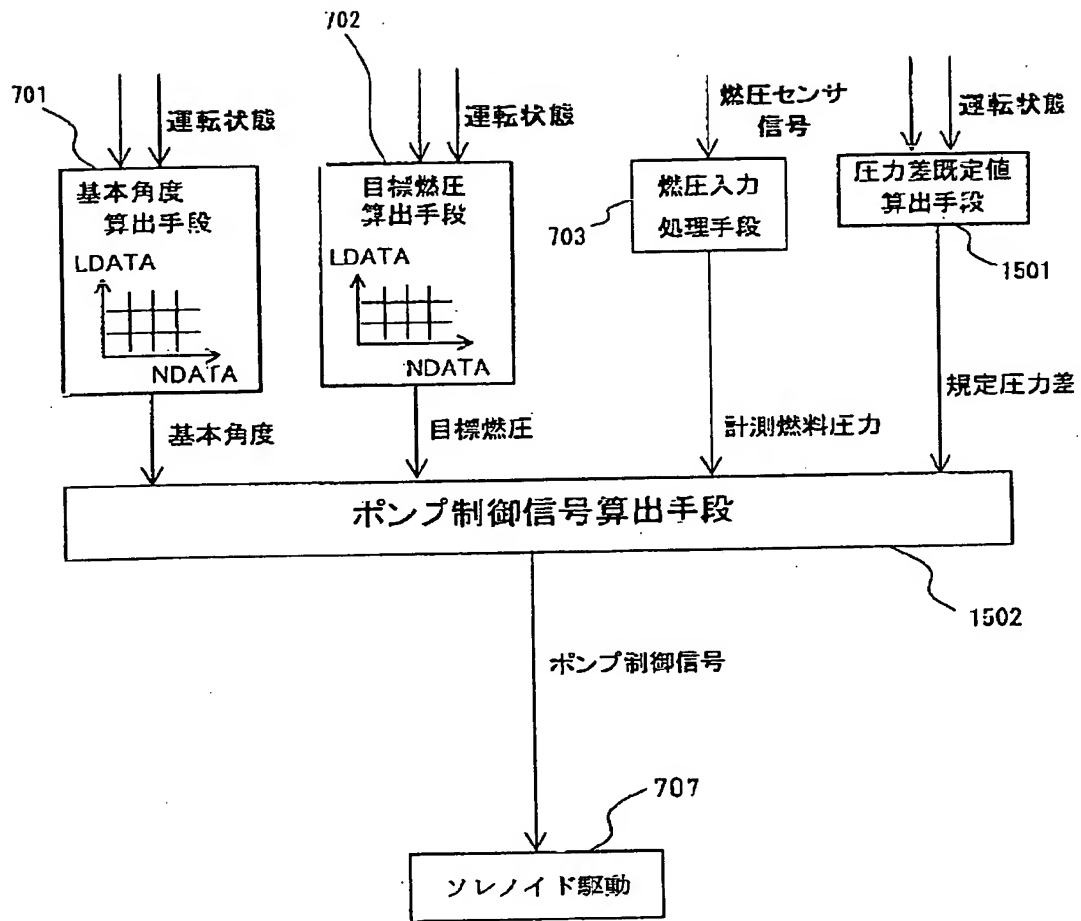


【図4】

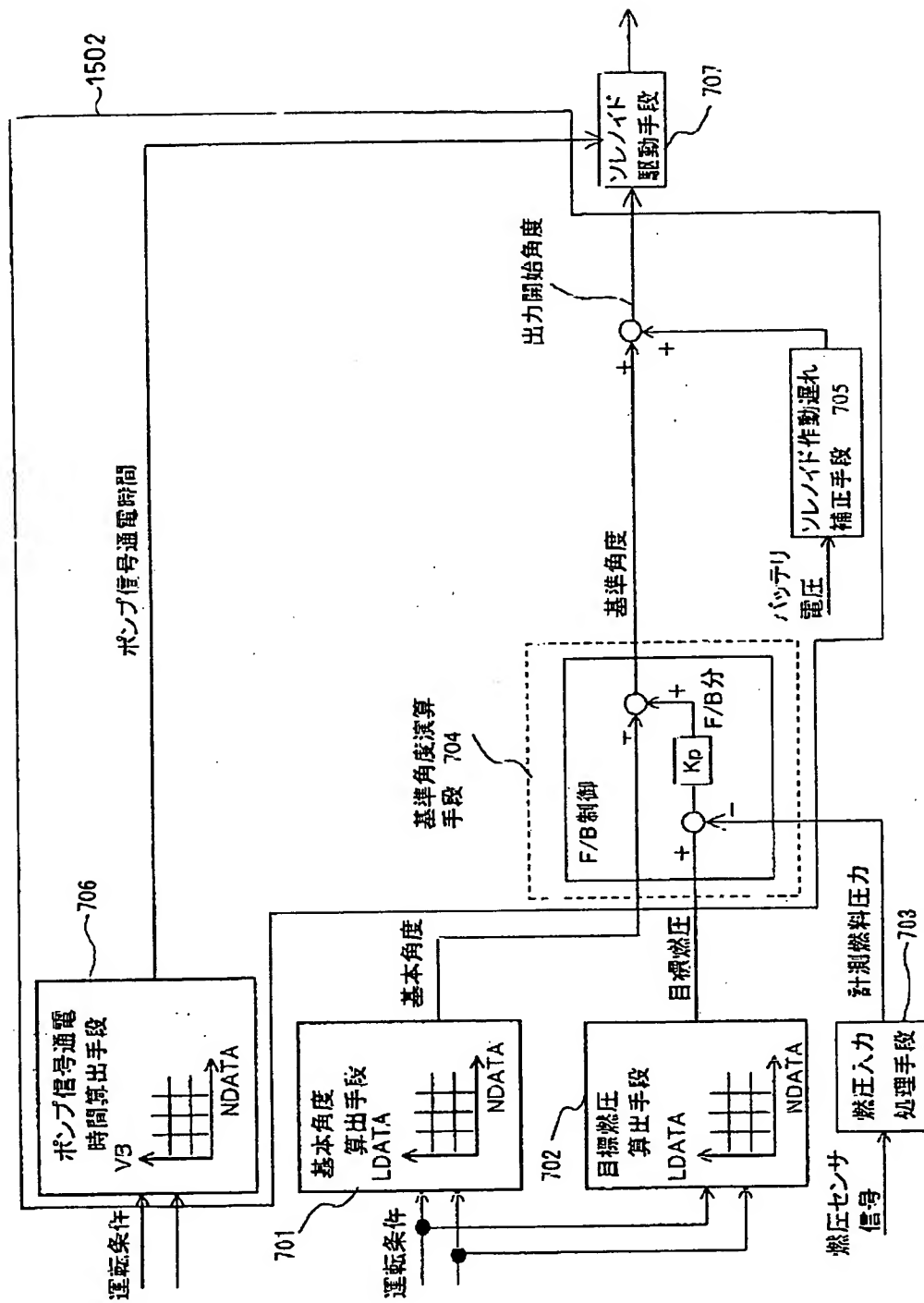




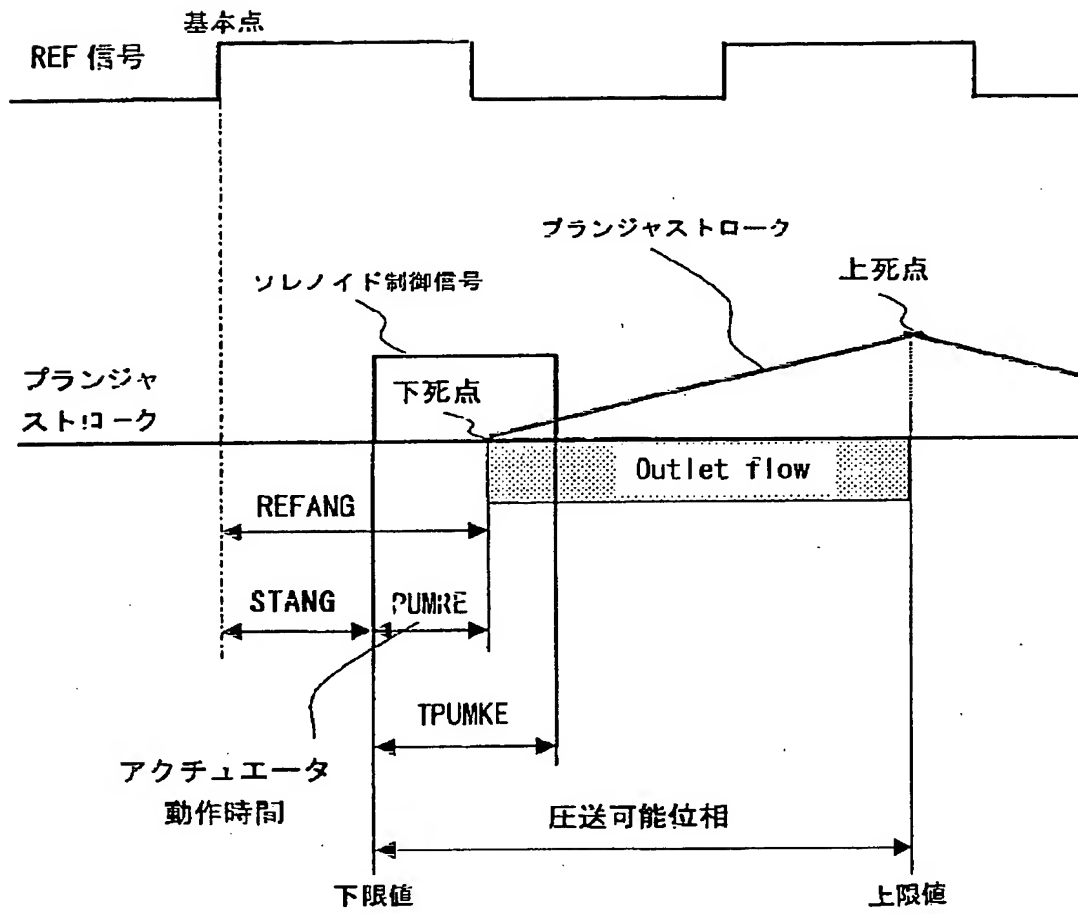
【図7】



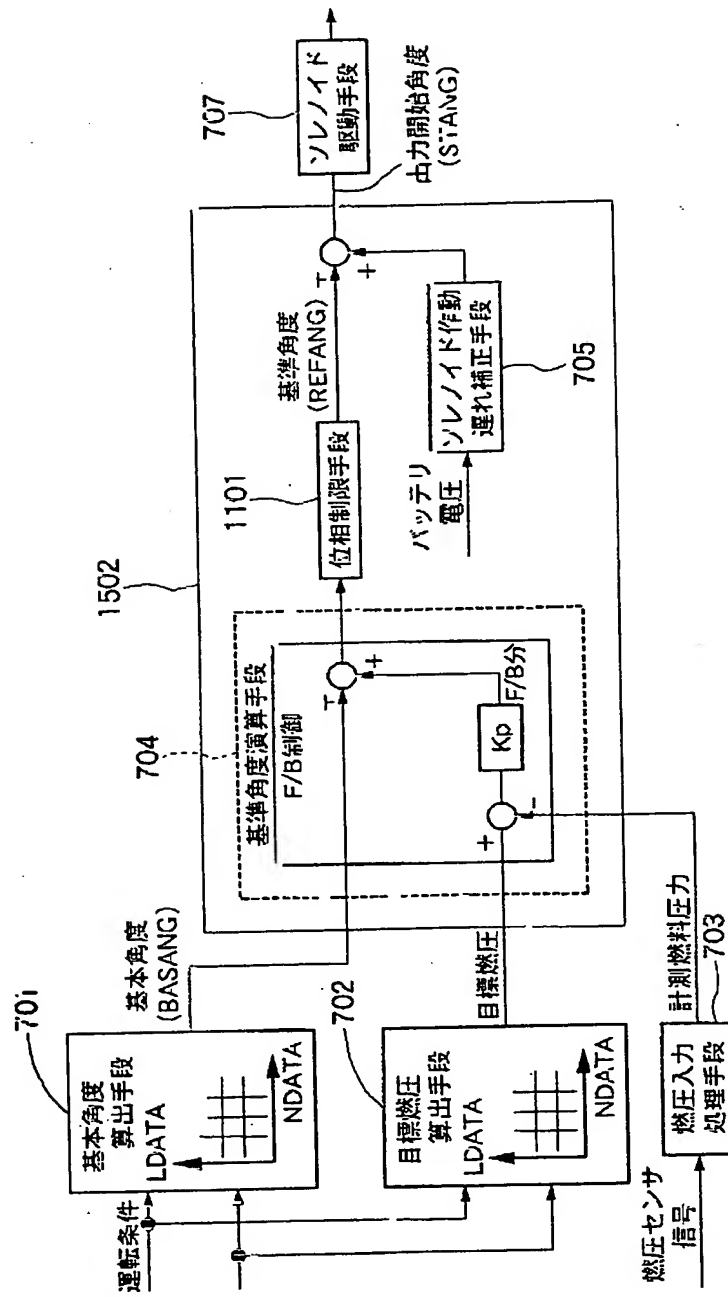
【図 8】



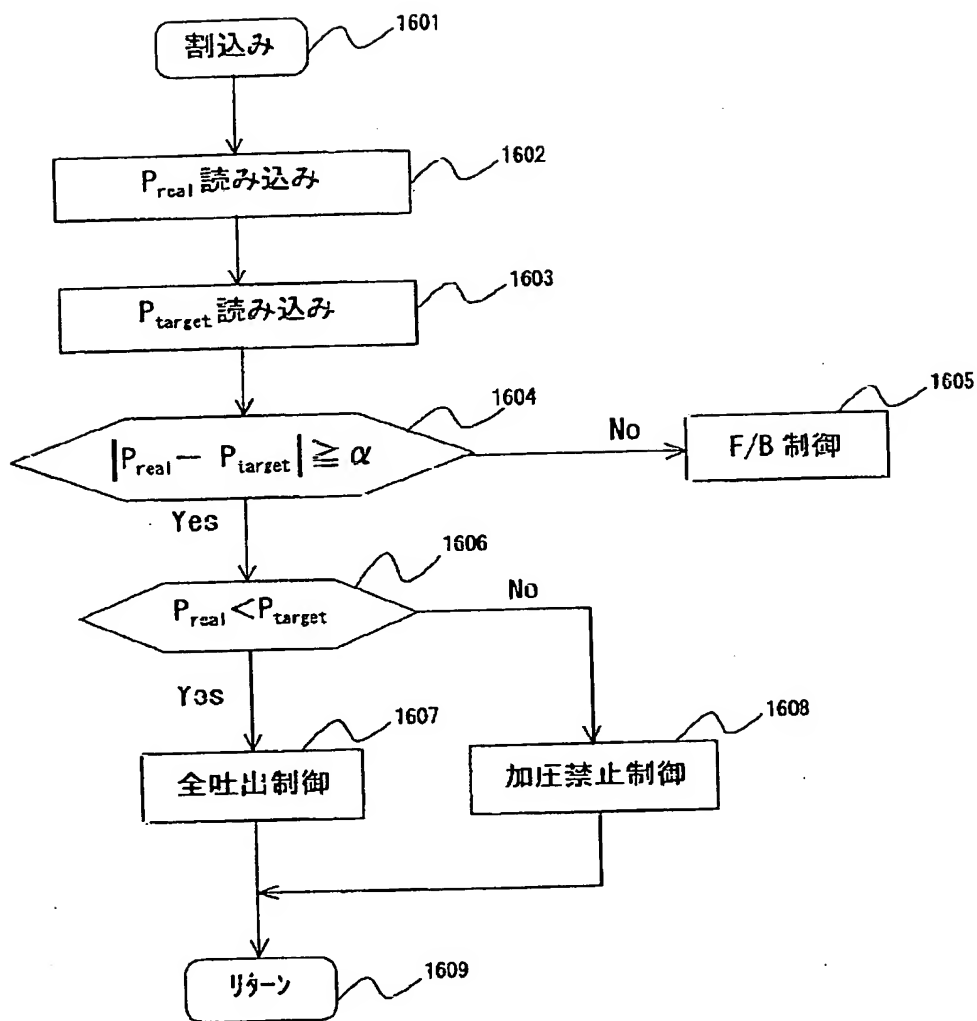
【図10】



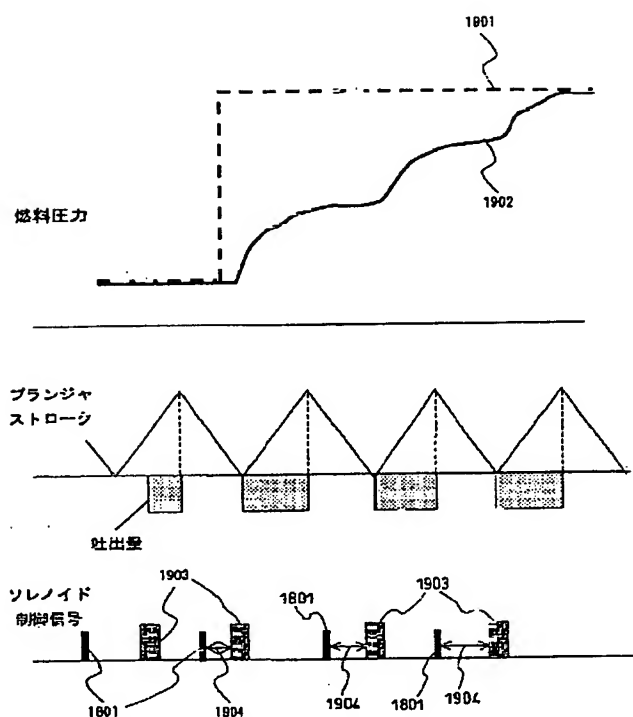
【図11】



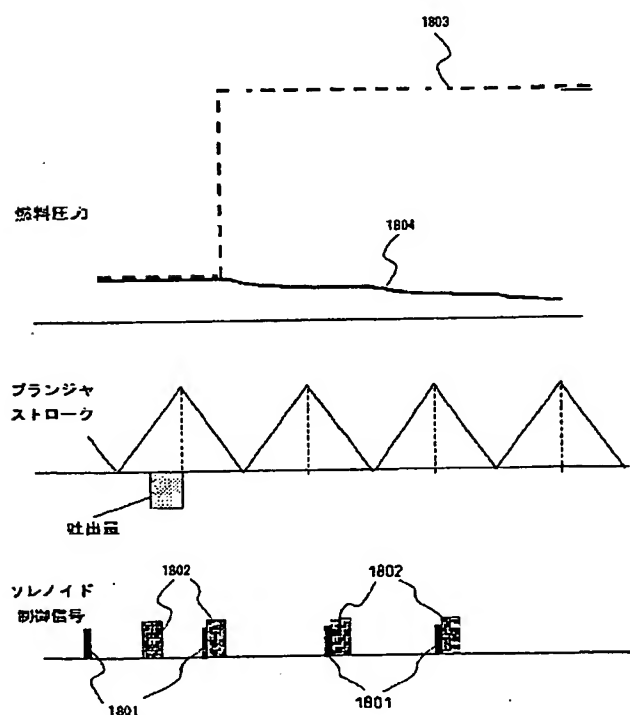
【図13】



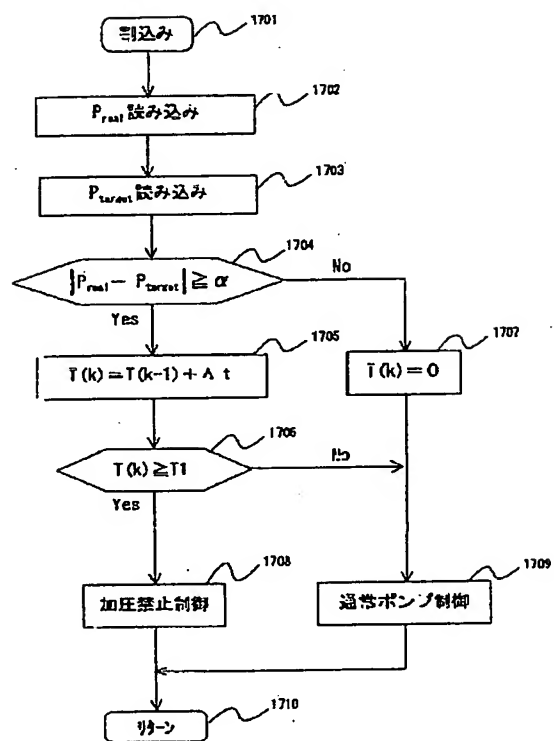
【図14】



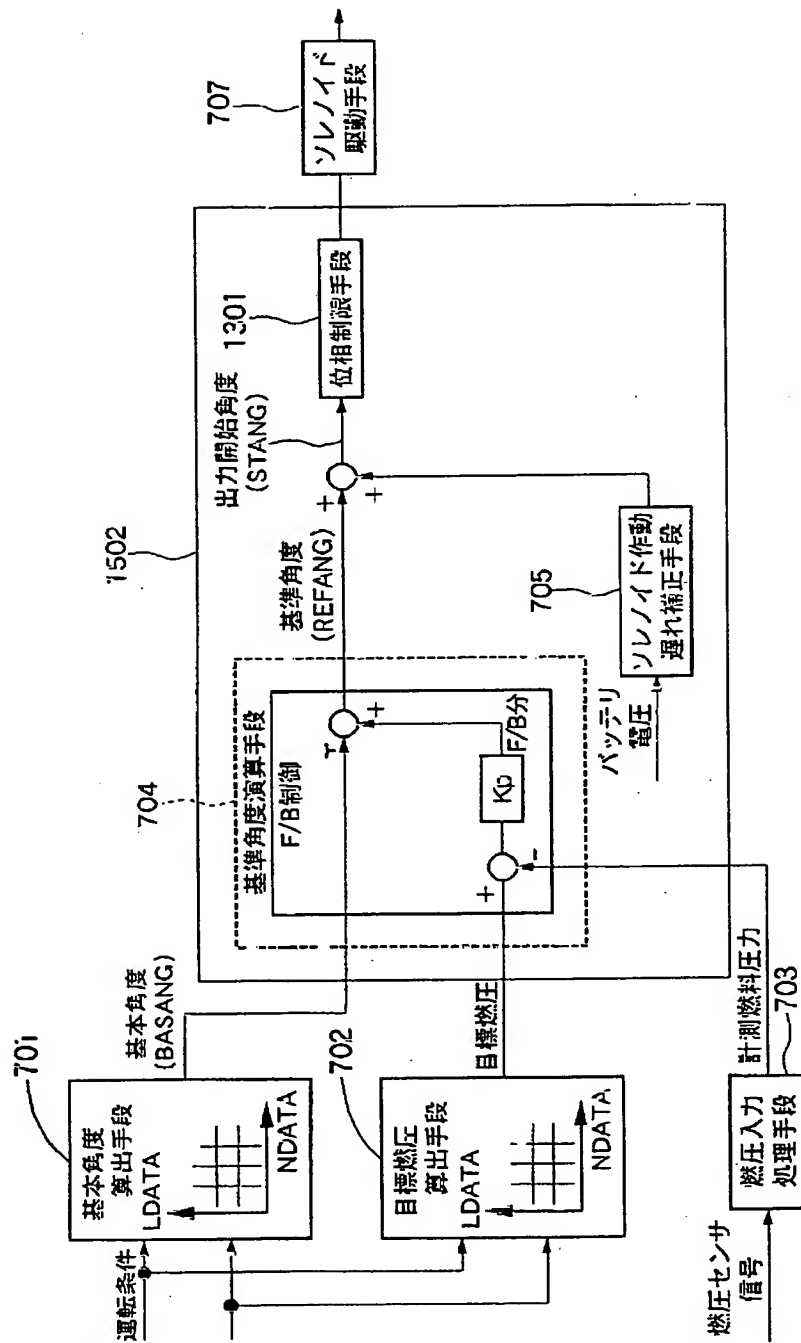
【図19】



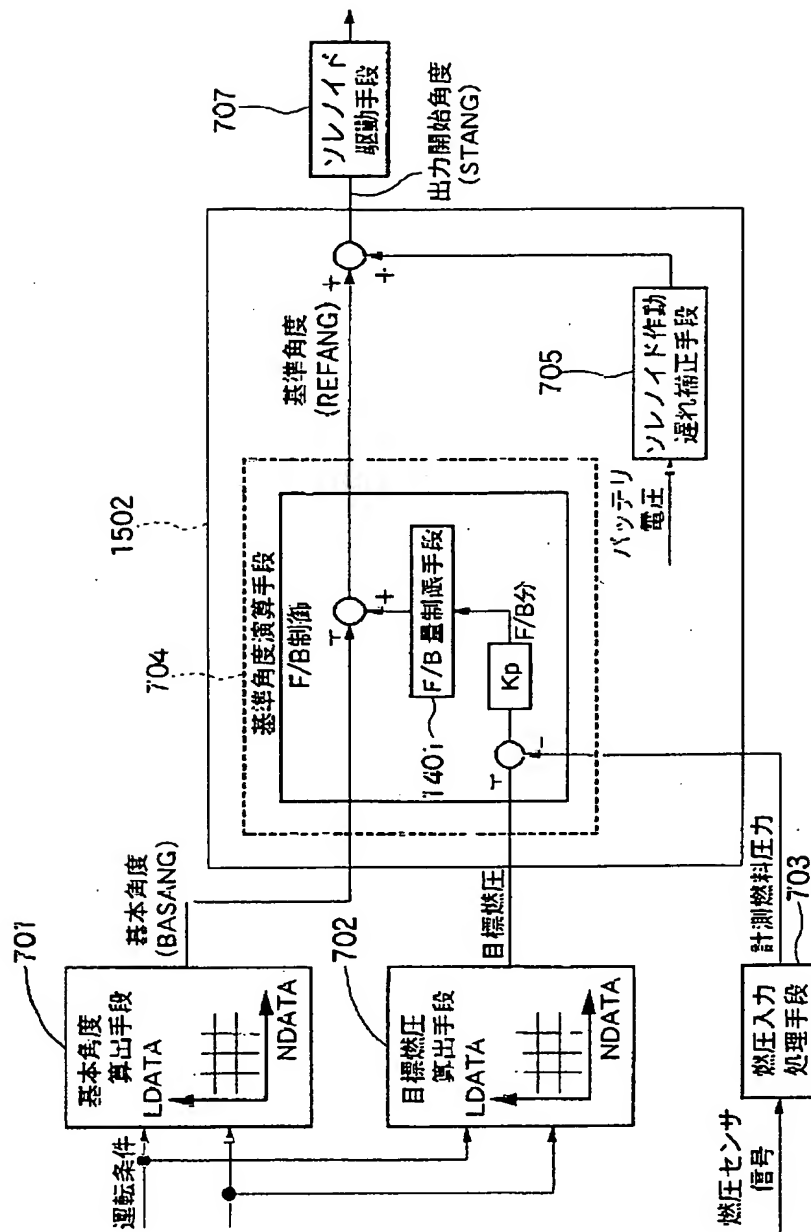
【例 18】

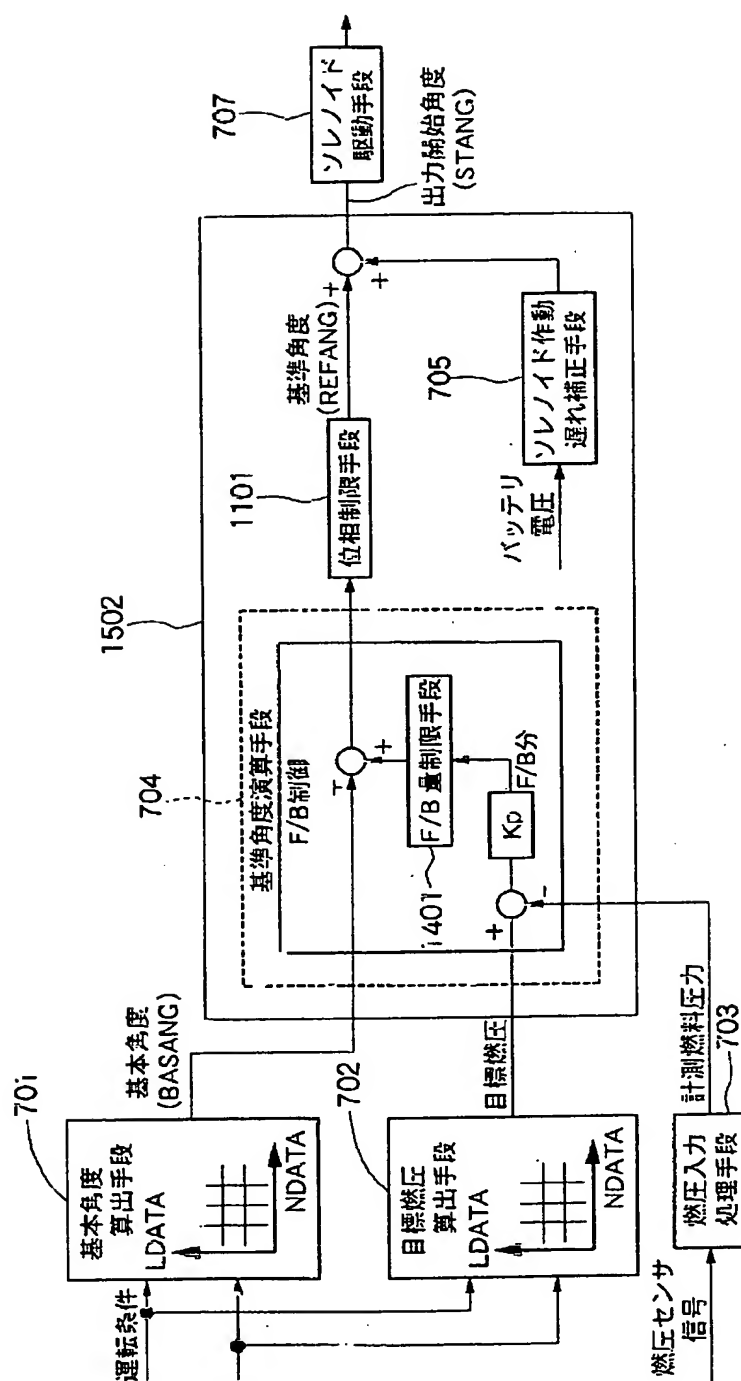


【図15】



【図16】





F ターム(参考) 3G066 AA02 AB02 AD02 BA03 BA19
BA23 CA04U CD03 CE02
CE22 CE34 DA01 DA04 DC04
DC05 DC11 DC14 DC18